超强耦合的少光子散射理论研究取得进展

作者：writer 来源：中科院理论物理研究所

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/496.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

低维波导量子电动力学系统中光与物质的强相互作用是近年来量子光学领域的一个重要方向。中国科学院理论物理研究所副研究员石弢与其合作者系统研究了在低维波导系统中与量子发射子具有强相互作用的少光子散射问题。他们通过散射理论的解析计算和密度矩阵重整化群的数值计算给出了光子输运性质(光子的透射率与反射率)以及量子发射子的自发辐射性质。相关结果已发表于《物理评论快报》(Phys. Rev. Lett.120, 153602 (2018))上。

低维波导中光与单个二能级量子发射子的相互作用是由spin-boson模型刻画，这里这个二能级系统可以理解为一个杂质自旋，而波导中的光子由玻色子热库描述。它不仅是量子光学中的基本模型，也等价于凝聚态物理中重要的杂质问题(Kondo模型)。这个模型在历史上已经被人们利用不同的方法广泛研究，其中包含数值重整化群以及密度矩阵重整化群等数值方法和基于变分原理的解析方法。

近年来，随着低维纳米光子学的发展，超强耦合的spin-boson模型中光子散射问题引起了人们广泛的兴趣。低维光子系统的主要特点是利用压低维度来实现强的光子原子相互作用从而实现单光子非线性，同时也可以利用波导中传播的光子诱导长程的原子间相互作用。为了这个目的，首先需要理解在超强耦合区域光子如何被单个二能级原子散射。最近，这个超强耦合的spin-boson系统在超导量子电动力学系统中得以实现，并且超导传输线中的共振荧光谱也已经被实验测量。因此，人们希望发展一套系统的方法来精确地预言光子在强耦合区域的散射性质。但是已知的数值方法，例如数值重整化群和密度矩阵重整化群等方法，局限于处理诸如散射等长时间演化等问题，并且会消耗大量的计算资源。

在这个工作中，石弢等发现通过一个幺正变换可以将原始的spin-boson模型转化为一个弱耦合的spin-boson模型。在这个新的表象下，可以利用作者以往发展的多光子散射理论来研究光子的散射性质，如光子的透射和反射率，并给出近似的解析结果。这些解析结果与精确可解的Toulouse点上散射线型符合得很好。

同时，由这个方法得到的原子自发辐射行为也与密度矩阵重整化群的结果定量符合。这套系统的解析方法为人们处理超强耦合区域的动力学演化问题提供了一个有效的新途径。
该工作由石弢、北京自动化控制设备研究所副研究员常越和西班牙马德里的Juan Jose Garc í a-Ripoll合作完成。这一工作是量子光学、量子信息和凝聚态物理等领域专家交叉合作的研究成果。(来源：中科院理论物理研究所)

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发